

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 55-035173

(43)Date of publication of application : 12.03.1980

(51)Int.Cl.

F04D 27/02

(21)Application number : 53-108773

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 02.09.1978

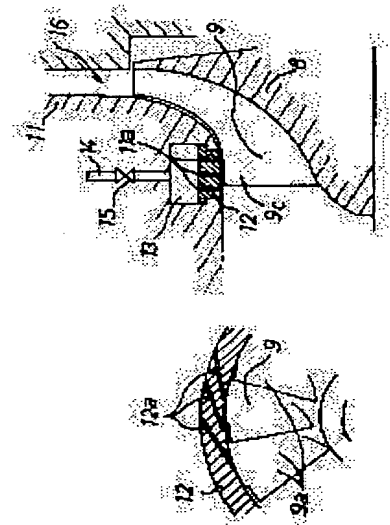
(72)Inventor : SATO SADAO  
HOSOMI SHIGETO

## (54) METHOD OF AND APPARATUS FOR ENLARGING SURGE MARGIN IN CENTRIFUGAL COMPRESSOR AND AXIAL FLOW COMPRESSOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To permit enlargement of the surge margin without reducing the maximum stage efficiency by arranging such that part of fluid on the high pressure side is introduced to an inducer tip portion of a vane wheel at an instant when the working point of the compressor reaches a point right before the surge point or in the neighborhood of a stall point.

**CONSTITUTION:** When the working point of the compressor reaches a point right before the surge point or the neighborhood of a stall point, this is detected, and at the same time part of the high pressure fluid extracted from a high pressure section of the compressor is led through a duct 14 and an on-off valve 13 to a header section 13, and is injected as a high speed jet from jet ports 12a of an injection ring 12 into an inducer tip section 9c. In consequence, instable low speed fluid over a vane surface 8 is given energy to increase the intensity of turbulence, whereby the boundary layer is prevented from being peeled-off or re-attached. In this way, an effect of enlarging the surge margin is reliably obtained to permit stable operation.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁 (JP)  
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭55-35173

⑫ Int. Cl.<sup>3</sup>  
F 04 D 27/02

識別記号

庁内整理番号  
7718-3H

⑬ 公開 昭和55年(1980)3月12日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 9 頁)

⑭ 遠心圧縮機および軸流圧縮機におけるサージ  
マージン拡大方法及び装置

⑮ 特 願 昭53-108773  
⑯ 出 願 昭53(1978)9月2日  
⑰ 発 明 者 佐藤定男  
神戸市灘区鶴甲1丁目4番8号

⑱ 発 明 者 細見成人  
芦屋市三条町47番地の35  
⑲ 出 願 人 株式会社神戸製鋼所  
神戸市葺合区協浜町1丁目3番  
18号  
⑳ 代 理 人 弁理士 安田敏雄

明 細 書

1. 発明の名称

遠心圧縮機および軸流圧縮機におけるサージ  
マージン拡大方法及び装置

2. 特許請求の範囲

1. 圧縮機の運転点がサージ点直前または失速風  
量点直前に到つた時点で、遠心圧縮機では高圧  
のインゲニューアチップ部位置および/または高圧  
に、軸流圧縮機では回転軸流翼列チップ部位置  
および/または高圧側に、高圧側の流体の一部を導  
入し、高速度噴流にして噴射せしめることを特  
徴とする遠心圧縮機および軸流圧縮機における  
サージマージン拡大方法。

2. ケーシング内壁のインゲニューアチップ部また  
は回転軸流翼列のチップ部に対応する位置で、  
それらチップ部に近接して多孔板もしくは多孔  
質体からなる環状のインジェクションリングを  
設けるとともに、該インジェクションリング部  
に圧縮機の高圧面に連通する導管を閉閉弁を介  
して開閉したことを特徴とする遠心圧縮機およ

び軸流圧縮機におけるサージマージン拡大装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、遠心圧縮機および軸流圧縮機にか  
いて、その最大効率を低下させることなく、そのサ  
ージマージンを拡大させることを可能とした新し  
い方法及び装置の提供に関する。

周知のように遠心圧縮機および軸流圧縮機にか  
いては、設計点流量からその流量を減少させてい  
つた場合、ある流量（その構成要素に固有の流量）  
になると流動不安定現象が発生し、これ以下の  
流量では、圧縮機全体が大きな振動を伴って振動  
し、正常な運転が不可能となるのであり、この現  
象を所謂サージングと称し、サージングの始まる  
流量をサージ点流量、サージ点流量から設計点流  
量までの流量範囲をサージマージン（サージ余裕）  
と呼んでいるのである。即ち第1図のグラフ図  
において、縦軸はヘッド（ $H$ ）を示し、横軸  
は流量 $Q$ を示しており、(80)はサージ流量点、(90)  
は設計流量点を示し、(90)はサージ流量、(90)は  
設計流量であり、このサージ流量(90)と設計流量

(b) 図が所謂サージマージン $\omega$ で、矢印方向にサージマージン $\omega$ を拡大することは、該圧縮機の運転速度範囲を拡大することになるので、広汎な需要に対応できる圧縮機という点で、サージマージン $\omega$ の拡大はこの種圧縮機において強く要求される点である。

いまでもなく流心圧縮機および軸流圧縮機における効率の向上と、前記したサージマージン $\omega$ の拡大の努力は従来から行なわれている点であるが、ここで問題となるのは、一般的に該装置の最大効率の値とサージマージン $\omega$ の広さとは、互いに相反する関係にあつて両立し難いという点である。

即ち第2図は従来の各種サージマージン $\omega$ の拡大の手法によつて得られる圧縮機のサージマージン $\omega$ と最大効率との関係を示したグラフ図であつて、同図において縦軸は最大効率(%)を示し、横軸はサージマージン率(1-90/100)を示してあり、また図中の矢印は望ましいサージマージン $\omega$ の拡大方向を示しているが、図示のように、サージマージン $\omega$ の拡大に伴ない、曲線に沿つて最大効

特開55-35173(2)

率は低下する関係にあり、サージマージン $\omega$ の拡大を最大効率の低下なしに得ようとする点に困難性がある。

例えばサージマージン $\omega$ を拡大するための従来の手法として、具体的な最近例を挙げれば、軸流圧縮機で試みられているケーシングトリートメント手段がある。第3図(1)はその基本形態を示してあり、同図において(1)は該圧縮機体の流路で流体は矢印方向に進行し、(2)は軸側、(3)はケーシング側を示し、(4)は入口案内翼、(5)は動翼(風車)、(6)は静翼を示しているが、図示のように動翼(5)の先端に對面するケーシング側面にケーシングトリートメント面を配設するのである。このケーシングトリートメント面の形状、構造例としては第3図(4)~(6)図に例示したようなものが既知である。即ち、同図(4)に例示した形状にめぐる周円線(7a)の列設によるサーカムフレレンシャルグループタイプのトリートメント(71)、同図(5)に例示したように円周方向に互つて平行列設された斜溝(7b)群によるブレードイフアングルスロットタイプのトリ-

ートメント(72)、更には同図(6)に例示したような軸方向長さを増つた数の溝(7a)が平行状に円周をめぐつて列設されるアキシヤルスキューワッドスロットタイプのトリートメント(73)等である。

現在のところ、これらのケーシングトリートメント手段によるサージマージン $\omega$ の拡大によつても、その効率低下は不可避免的であることが本発明者らの実験によつても確認されている。即ち第4図はケーシングトリートメントの特性を示したグラフ図であり、同図において縦軸は流量 $Q$ 、横軸は圧縮機効率 $\eta$ を示しているが、(1)はケーシングトリートメントを用いない場合の特性曲線を示し、(2)は第3図(4)~(6)図等で例示したトリートメントを用いた場合の特性曲線を示し、図示のようにケーシングトリートメントを用いることによつて、サージマージン $\omega$ は拡大されるが、同時に最大効率 $\eta_{max}$ の低下を不可避免的に伴ない、結果として第2図のようない般的傾向を示すのである。

今、圧縮機におけるこの種サージマージン $\omega$ の拡大について考えれば、その主な原因は、圧縮機

車翼面の境界層の失速を伴う流動不安定現象にある。即ち低流量になれば、翼前縁近傍の空力負荷が増大し、その結果、翼面(吸入面)上の境界層は急激に発達し(厚くなり)、剥離し易くすると共に、流体に作用する遠心力が大きくなり、翼面全体の境界層の低運動量流体が翼車先端一帯入流先端(インデューサチップ部)部分に集結し、このさい翼面曲線も凸であることが悪影響を及ぼし翼車先端、翼吸入面上の境界層はきわめて不安定な状況にさらされる。この境界層の剥離は周期的には常に不安定であるが、サージ点で発生する剥離現象は圧縮機全体としても不安定化し、最終的には大きなエネルギーを伴う系全体の空力振動の発生となるのである。

従来設計点流量の範囲に対しては、翼や流体通路の形状、曲がり及び寸法等が適正な空力負荷となるように設計されており、この種の不安定な状況の発生がなく通常運転率も高い訳である。

一般に、この設計点流量に對する流体力学的設計が適切であつて空力負荷や運転率の高い圧縮機

ほど、低流量ではこの種流体力学的な流れの歪曲が著しく、失速やサージングによる悪影響が著しく結果としてサージマージンが狭くなる。

先に述べた従来のケーシングトリートメントの場合は流体通路に幾何学的変更を加える種類のものであるから、殊に低流量のときには、流すに無難する低流量流体をグループアスロットに押し込み、或は吹抜けを助け、さらに翼の過大な空力負荷を減少せしめてサージマージンの拡大に効果を有するのである。然しながら反面幾何学的な変更であるため、設計点流量であつて本来不安定流動のない場合にも、流体通路に同様の作用を有し、この結果設計点近傍の最大効率をも必然的に低下せしめるに到るのである。

サージングを回避する従来技術として、一般に行なわれている手段に、サージング流量以下の流量が要求される場合に、いったんサージング流量以上の流量を圧縮した後、余分の流量を放風乃至は吸込側にバイパスさせる手段があるが、これはその余分の流量を圧縮する動力が有効に使用され

ないことであるから、効率的とはいへなく低いものとなる(この点については後述本発明と比較して評述する)。

本発明は以上に例を挙げたような従来のサージマージン拡大および回避の手段に対し、通心乃至離心圧縮機における最大効率(および設計点の効率等の全体性能)の低下を生じることなく、そのサージマージンを確實容易に拡大できるようにし、且つ低流量点でも効率よく運転できる点を最大の特徴とするものであるが、これを端的に本発明者らの実験結果で示したものが図5図である。即ち同図において横軸は吐出流量比、縦軸は圧縮機効率率及び昇圧ヘッド比であり、実験は本発明の構造を採用する場合及び採用しない場合の2通りの特性曲線が全く一致することを示しており、図5図はさらに本発明の方法を適用する場合にサージマージンの拡大が得られることを示している。即ち図5図に示したケーシングトリートメント手段によるものと異なつて、最大効率及びその他の設計点に近い運転範囲の広い、流量域で効率を

全く損なうことなく、サージマージンの拡大が得られることを示している。

このような特性曲線を得るために、本発明では圧縮機の運転点がサージ点直前または失速流量点近傍に到つた時点で、通心圧縮機では図6のインゲニューサチップ部(10)および/または翼間に、離心圧縮機では回転軸近傍チップ部(10)および/または翼間に、高圧側の流体の一部を導入し、高速度噴流にして噴射せしめることによりサージマージンを拡大したものである。

以下図示の実施例に基づいて本発明を評述する。

第6図は通心圧縮機翼車におけるその概略的な噴射例を示しており、同図において10は翼車、11は翼の一部であるインゲニューサ、(12)は圧力面、(13)は吸入面をそれぞれ示しているが、このような翼車の前縁近傍または翼間へ、矢印14で示すように圧縮機高圧部の圧縮ガスの少量を高速度の噴流として噴射させるのである。

第7図に示したものは本発明装置の具体的実施例の1つであつて、図例は通心圧縮機に実施した

ものであるが、同図において10は翼車、11はインゲニューサを示し、図示のようにこの翼車10のインゲニューサチップ部(10)および/またはインゲニューサ11の11a部に対応して、ケーシング12に傾斜のインジェクションリング13を配設し、同リング13は開口方向を特定するように貫通して開孔された多数の噴出細孔(12a)を有する多孔板もしくは多孔質体を用いて形成し、ケーシング12には同リング13と連通するヘッダー室14、同ヘッダー室14に接続し、かつ圧縮機高圧部より抽出される高圧流体の導管15を閉閉弁16を介して接続するのである。図6において10はディフューザ部を示し、また図示省略してあるが、無量にはサージングを放出する放出部、例えば吐出圧の原動の加速度を放出する放出部、圧縮機高圧部からの高圧流体の一部を抽出する抽出部、例えば吐出管から引出分岐される分岐管等による抽出部が設けられるのである。前記閉閉弁16は噴出させる流体の流量、流速(ヘッダー室の圧力)を調節する制御弁としても働くものであるが、この高いヘッダー室の高圧流体をインジ

エクシジョンリング41によつて高速度噴流にして噴射させることが必要で、また噴出部の材質や噴出孔の形状、その噴出させる位置および方向に關しても、以下の事項は必要かつ考慮を要する点である。

今これらについて述べると、前記した環状のインシエクシジョンリング41の材質としては、通常の金属材料による固体、ファイバードラス等を束ねて形成された固着材料、あるいはハネカム材等が適当である。またそのリング41における噴出孔(12a)の形状は、直徑数—幾度の孔で、円周方向に互り環片41の縁と同程度の間隔並べたものを1列とし、列数は1列乃至幾度列とするのであり、第8図に列示するようなものを始めとして、ホリフェイス、平行孔、束広円孔、不定形キャビタリ—等自由に設計できる。またその噴出位置は第9図に点線をもつて示んだエリヤ42に示されるように、環片41の縁の前後位置および/または環片内(前縁42a)より軸コード長さの1/2程度以内)、もしくは環片内前後近傍および/ま

たは環片内であり、その噴出方向は第10図(1)の回転軸に直交する面内でそれぞれ矢印で示したように、半径方向、または環片回転方向、または環片回転方向であり、あるいは第10図(2)の回転軸を含む子午面内で半径方向、内流方向、環流方向が考えられこれらの組合せも自由である。また噴出孔からの噴出流量や速度、即ちヘッド高圧力の調整は、先にも述べたように開閉弁43によるも、あるいは別途開閉弁によることもでき、更には噴出孔(12a)の断面形状乃至噴出孔縁の増減変化等によつて行なうことができる。

本発明によれば、圧縮機における運転点が、サージ点直前または失速流量点近傍に到つた時点でこれを検出すると同時に、圧縮機高圧部(例えばディフューザ、スクロール、吐出管(次のステージ等)から抽出した高圧流体の一部を、第11図開閉弁43を介してヘッド—部(プレナム)44に導き、インシエクシジョンリング41の噴出孔(12a)より高速度噴流にして、進心圧縮機においては環片のインデューサチップ部位および/または環片に、

略成圧縮機では回転軸側インデューサチップ部位および/または環片に噴射させることにより、環片上の不安定な低運動流体エネルギーを付与し、乱流強度を低めることによつて、その境界層の剥離を抑制し或は再付着を行なわせしめるのであるが、この場合、インデューサ部位における低運動流体や剥離流を捕獲する為充分なる大きさの運動量(流量×速度)が必要であり、高速度噴流の運動量 $F \cdot V$ およびその可使用仕事 $W$ を高める必要がある。即ち $F = \rho \cdot A \cdot V$  (但し $\rho$ は噴流密度、 $V$ は噴流速度)において、インシエクシジョンリング41の手前ヘッド—部44における圧力、速度をそれぞれ $P_0$ 、 $V_0$ とし、リング41の出口側(インデューサチップ部)の圧力と速度をそれぞれ $P_1$ 、 $V_1$ とすると、 $\frac{P_1}{P_0} \geq \frac{V_1}{V_0}$  なら、噴出孔(12a)からの噴出速度は $V = \sqrt{\frac{2(P_0 - P_1)}{\rho}}$  (7a) における噴出速度)、同噴出量は $Q = A \cdot V = A \cdot \sqrt{\frac{2(P_0 - P_1)}{\rho}}$  (但し $A$ は噴出孔面積)であり、従つて $F = \rho \cdot Q$  となる。他方噴流のエネルギー $E$ は $E = \frac{1}{2} \rho \cdot Q \cdot V^2$  より $E = \rho \cdot Q \cdot V \cdot \frac{V}{2}$  となる。従つてインシエクシジョンリング41を開閉弁43より下流に置き、高い $P_0$ をヘッド—部44内に確保することにより、 $F$ および $E$ を高めることができ、充分な仕事量が得られ、しかもこれをインデューサチップ部と対応するケーシング側に近接して設けるとにより、高速度噴流の捕獲を生じるおそれなく、不安定流れを生じているインデューサチップの周所側に効果的にかつ強力に作用させ、そのサージ—マージン拡大効果も確実に得られ安定な運転が可能となるのであり、この結果サージ点はより低流量域側に移動し、先に第5図の破線で示したような特性曲線が得られ、本発明の目的を達成できる。

先に述べたように従来の技術であるケーシングトリートメント手段と比較しても、第11図に本発明とケーシングトリートメント手段との比較を示すように(図において実際は本発明による特性曲線、点線はトリートメントによる特性曲線を示す)、ケーシングトリートメント手段では、そのサージ—マージンの拡大が、同時に先に述べた理由によつて設計点および最高効率点の大きさを効率低下を伴つたが、これに反し本発明手段の効率が低い

理由は次の如くである。即ち、多孔板等のインジェクションリングはこのような真間の流体通路の幾何学的変更でなく、低流量域において不安定となる時に、積極的に高エネルギーの気体の少量を局所に噴射して焼結するのみであるから、その噴出のない通常の運転点では効率の低下が全くないことに帰するのであり、本発明手段によつて設計点、最大効率点の効率の低下なしにサージマージンの拡大が容易に可能であり、同時に低流量域での動力節約も可能となるのである。

又、先にも述べたように他の従来技術である「放風」乃至「バイパス」の手段と本発明手段とを比較すれば、第12図のように、「放風」「バイパス」方式では、サージ点流量 $Q_{80}$ 以下の流量 $Q_A$ のみが必要な場合でも圧縮機としては $Q_{80}$ で運転し（実際には若干 $Q_{80}$ より安全を見て多量気体とする）、不必要な流量 $Q_{80}-Q_A$ をいつたんかえたエネルギーをその「放風」「バイパス」により捨てて運転するのであり、圧縮機動力は駆動動力 $A_{80}$ よりはるかに高い $B_{80}$ とならざるを得ない。

要となる。又、本発明実施のためには第7図のバルブB5を必要とするが、その流量は $Q_{80}-Q_A$ よりはるかに少ない $Q_{80}-Q_{82}$ であり、小口径の弁で充分である。また本発明装置によれば、その製作容易で低コストで得られると共に構造も簡單で信頼性も大であり、運転、始動、各圧縮機にかけるサージマージン拡大手段としてもわめて優れたものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はサージマージンの説明グラフ図、第2図はサージマージンと最大効率関係グラフ図、第3図はケーシングトリートメント説明図、第4図はケーシングトリートメントの特性グラフ図、第5図は本発明による実験特性グラフ図、第6図は本発明方法の実施例図、第7図は同装置実施例図、第8図は両噴出孔部状の、第9図は両噴出位置の、第10図は両噴出方向の各実施例図、第11、12図は本発明方法と従来手段との比較グラフ図である。

図1—質量、図2—インデューサー、図3—噴流、図4—ケーシング、図5—環状インジェクションリング、

特開昭55-35173(5)

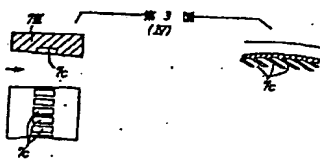
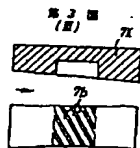
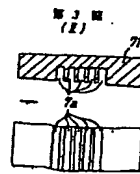
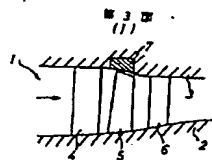
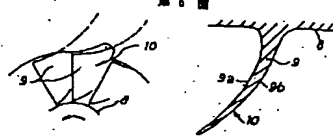
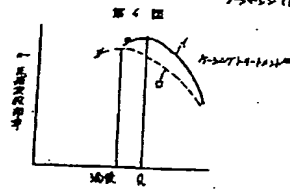
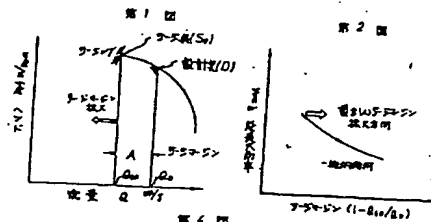
これに対し本発明では、同図で何れかのようにサージ点流量 $Q_{80}$ 以下の流量 $Q_A$ において、流量の一部（ $Q_{80}-Q_A$ ではなく、それよりも少ない $Q_{80}-Q_{82}$ 程度の量である）を使用して、インジェクションにより安定な運転を低流量域で行なうものであるため、動力は $B_{A1}$ でよくその効率は $\eta_{A1}$ （ $\eta_{A1} > \eta_{A0}$ ）と高く（動力は $B_{A1}$ でよく、先の「放風」と比較して $B_{A0}-B_{A1}$ ）、動力が節約できることにもなるのである。

本発明によつて、従来の技術的問題であつたサージマージンの拡大と該装置の最大効率の低下という相反する問題を解決でき、その最高効率の低下なしにサージマージンを拡大し、圧縮機の運転流量範囲の拡大により、広範な需要分野に対応できる圧縮機の提供が可能となるのである。

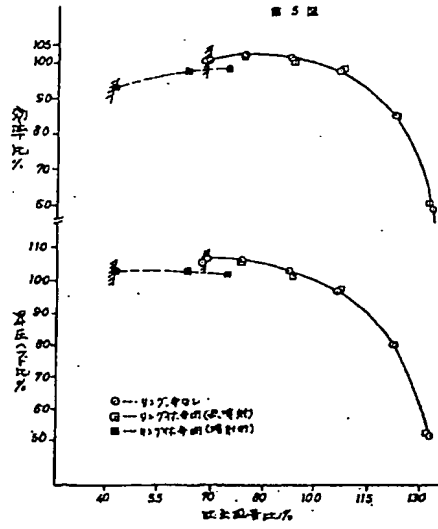
また本発明方法の他の長所として、先の「バイパス」で比較したようにバイパス弁や放風弁の省略化、小径化が挙げられる。即ち「放風」「バイパス」では弁を通る流量は失々 $Q_{80}-Q_A$ であるに比して、サージマージン拡大によつてこれらは不

(12a) — 噴出孔、B5 — ヘッダー室（プレナム）、B6 — 導管、B7 — 閉閉弁。

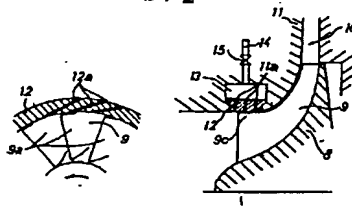
特許出願人 株式会社神戸製鋼所  
代理人 弁護士 安田 敏 雄



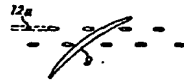
第5図



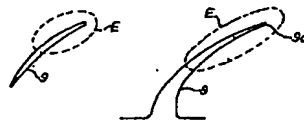
第7図



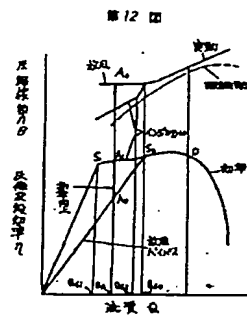
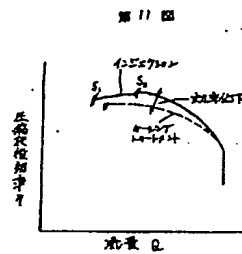
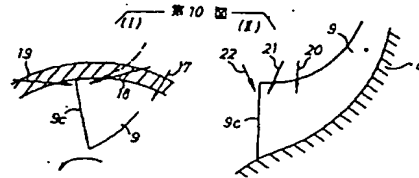
第8図



第9図







手続補正書(公発)

昭和55年10月31日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

明 示 特 許 第 104775 号

2. 発明の名称

高速圧縮機および軸流圧縮機に於ける  
サーヂマーゲン拡大方法及び装置

3. 補正をする者

特許代理人 特許代理人

(119) 株式会社 神戸製鋼所

4. 代理人

所 在 大阪府大阪市東淀川区103番地 電話(06) 6917 8000

氏 名 (117) 分理士 安 田 敏 雄

5. 訂正理由書の提出

昭和 55 年 10 月 31 日(公 発)

6. 補正の対象

一 明 示 一  
一 図 面 一  
一 文 明 一

7. 補正の内容

文 明

7. 補正の内容

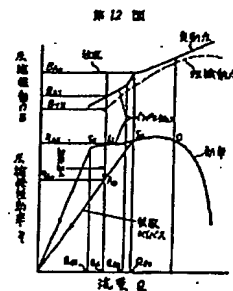
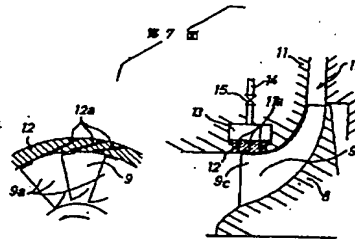
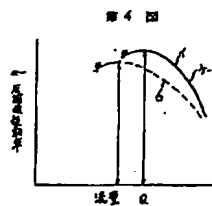
- (1) 明細書の特許請求の範囲を同様の通り補正す。
- (2) 明細書第3頁4行目に「補正は」とあるを「補正に」と訂正す。
- (3) 明細書第13頁1行目より20行目を以下の通り補正す。  
「軸流圧縮機では回転軸流翼列チップ部位および/または翼間に噴射させることにより、翼面上の不安定な低運動量流体エネルギーを付与し、低運動量を強めることにより、その境界層の剥離を抑制し或は再付着を行わしめるのであるが、この場合、インデューサ部位に於ける低運動量流れや剥離流を誘発する為に充分なる大きな運動量(流量×流速)が必要であり、高速機流の運動量Fおよびその可使用仕事Eを高める必要がある。即ち  $F = \rho \times V$  (但し  $\rho$  は噴流密度、 $V$  は噴流速度) において、インジェクションリング部の手前のヘッダー部に於ける圧力、密度をそれ

それぞれ、 $P_1$ とし、リング12の出口側（インデューサチップ部）の圧力と温度をそれぞれ、 $P_2$ とすると  $\frac{P_2}{P_1} \approx \frac{A}{A+1}$  なら、噴出孔（12a）からの噴出速度は  $V = \sqrt{2(P_1 - P_2)} = \sqrt{2P_1 \left(1 - \frac{A}{A+1}\right)}$ （ $P_1$ における音速度）、同噴出量は  $Q = A \cdot V = A \cdot \sqrt{2P_1 \left(1 - \frac{A}{A+1}\right)}$ （但しA：噴出孔面積）であり、従つて  $P_2 < P_1$  とする。他方噴流のエネルギーは  $E = \frac{1}{2} Q V = \frac{1}{2} A \cdot \sqrt{2P_1 \left(1 - \frac{A}{A+1}\right)} \cdot \sqrt{2P_1 \left(1 - \frac{A}{A+1}\right)}$  となる。従つてインジェクションリング12を閉閉弁15より下流に設置、高い  $P_1$  をへつ」

- (4) 明細書第10頁10行目に「Are」とあるを「Bix」と訂正す。
- (5) 同第10頁7～8行目に「（動力は——BA0—BA1）、」とあるを「先の「放風」と比較してBA0—BA1 だけ、」と訂正す。
- (6) 願書に添付図面中「第4図、第7図、第12図」を別紙の通り補正す。

## 2. 特許請求の範囲

1. 圧縮機の運転点がサージ点直前または失速風量点近傍に到つた時点で、遠心圧縮機では異相のインデューサチップ部位および／または異相に、軸流圧縮機では回転軸流翼列チップ部位および／または異相に、高圧側の流体の一部を導入し、高速度噴流にして噴射せしめることを特徴とする遠心圧縮機および軸流圧縮機におけるサージマージン拡大方法。
2. ケーシング内蔵のインデューサチップ部または回転軸流翼列のチップ部に対応する位置で、それらチップ部に近接して多孔質もしくは多孔質体からなる環状のインジェクションリングを設けるとともに、該インジェクションリング部に圧縮機の高圧側に連通する導管を閉閉弁を介して開閉したことを特徴とする遠心圧縮機および軸流圧縮機におけるサージマージン拡大装置。



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**